

(43) Date of publication of application: 16 . 05 . 97

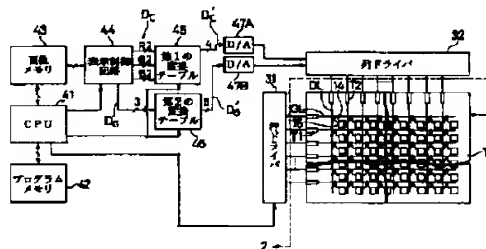
**G02F 1/1335**

(72) Inventor: **AOKI HISASHI**  
**SATO SOICHI**  
**YOSHIDA TETSUSHI**

(57) Abstract:

**SOLUTION:** One display dot consists of two adjacent picture elements in a double refraction control type liquid crystal display element 1 which has the display color changed in the range of a low applied voltage and has the gradation changed in achromatic color in the range of a high applied voltage. A driving circuit 2 converts picture data to color data and gradation data and applies a voltage corresponding to color data to one of two adjacent picture elements of the double refraction control type liquid crystal display element 1 and applies a voltage corresponding to gradation data to the other. The display color and the display gradation of two adjacent picture elements are visually synthesized to recognize a color gradation picture.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO





(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 1 2 7 4 7 9

(43) 公開日 平成9年(1997)5月16日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/133	5 1 0	G 0 2 F	1/133 5 1 0
		5 5 0		5 5 0
	1/1335	5 1 5		1/1335 5 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 3 0 2 3 1 7

(22) 出願日 平成7年(1995)10月27日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 青木 久

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72) 発明者 佐藤 宗一

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

(72) 発明者 吉田 哲志

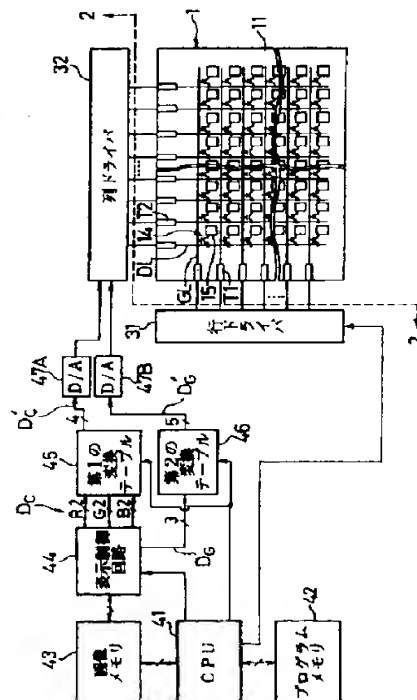
東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成でフルカラー表示が可能な液晶表示装置を提供することである。

【解決手段】 低い印加電圧の範囲で表示色が変化し、高い印加電圧の範囲で無彩色で階調が変化する複屈折制御型液晶表示素子1の隣接する2つの画素で1つの表示ドットを構成する。駆動回路2は、画像データを色データと階調データに変換し、複屈折制御型液晶表示素子1の隣接する2つの画素の一方に色データに対応する電圧を印加し、隣接する2つの画素の他方に階調データに対応する電圧を印加する。隣接する2つの画素の表示色と表示階調が視覚上で合成され、カラー階調画像が認識される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の電極が配置された第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置され、前記第1の基板に対向する面に第2の電極が配置された第2の基板と、前記第1の基板と第2の基板の間に配置された液晶と、前記第1の基板と第2の基板の少なくとも一方の外側に配置された偏光板とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極との対向部分とその間の液晶とで各画素を形成し、前記液晶に印加される所定範囲の第1の印加電圧に応じて複数の有彩色の1つを表示し、前記第1の印加電圧範囲とは異なる電圧範囲の第2の印加電圧に応じて無彩色を表示する複屈折制御型液晶表示素子と、各画素の色及び階調を指定する画像データを出力する画像データ出力手段と、

前記画像データ出力手段から出力された画像データを色データと階調データに変換し、前記複屈折制御型液晶表示素子の隣接する2つの画素の一方の画素の第1の電極と第2の電極間に前記色データに対応する電圧を印加し、隣接する2つの画素の他方の画素の第1の電極と第2の電極との間に前記階調データに対応する電圧を印加する駆動手段と、を備え、前記隣接する2つの画素の表示の視覚上の合成により前記画像データにより指示される色及び階調を表示することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】第1の電極が配置された第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置され、前記第1の基板に対向する面に第2の電極が配置された第2の基板と、前記第1の基板と第2の基板との間に配置された液晶と、前記第1の基板と第2の基板との少なくとも一方の外側に配置された偏光板とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極との対向部分とその間の液晶とで各画素を形成し、前記液晶に印加される所定範囲の第1の印加電圧に応じて複数の有彩色の1つを表示し、前記第1の印加電圧範囲とは異なる電圧範囲の第2の印加電圧に応じて無彩色を表示する複屈折制御型液晶表示素子と、各画素の色及び階調を指定する画像データを出力する画像データ出力手段と、前記画像データ出力手段から出力された画像データを色データと階調データに変換し、前記複屈折制御型液晶表示素子の各画素の第1の電極と第2の電極との間に連続する2つのフレームで、色データに対応する電圧と階調データに対応する電圧とを交互に印加する駆動手段と、を備え、複数フレームでの各画素の表示色と表示階調の視覚上の合成により、カラー階調表示を行うことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】前記駆動手段は、前記色データに対応する電圧をデジタルドライバで、前記階調データに対応する電圧をアナログドライバで、前記第1の電極と第2の電極との間に供給することを特徴とする請求項1又は2

に記載の液晶表示装置。

【請求項4】所定範囲の第1の印加電圧に応じて複数の有彩色の1つを表示し、前記第1の印加電圧範囲とは異なる電圧範囲の第2の印加電圧に応じて無彩色を表示する複数の画素がマトリクス状に配置された複屈折制御型液晶表示素子と、

各画素の色及び階調を指定する画像データを出力する画像データ出力手段と、

前記画像データ出力手段から出力された画像データを色データと階調データに変換し、前記複屈折制御型液晶表示素子の隣接する2つの画素の一方に前記色データに対応する電圧を印加し、前記隣接する2つの画素の他方に前記階調データに対応する電圧を印加する駆動手段と、を備えることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】所定範囲の第1の印加電圧に応じて複数の有彩色の1つを表示し、前記第1の印加電圧範囲とは異なる電圧範囲の第2の印加電圧に応じて無彩色を表示する複数の画素がマトリクス状に配置された複屈折制御型液晶表示素子と、

各画素の色及び階調を指定する画像データを出力する画像データ出力手段と、

前記画像データ出力手段から出力された画像データを色データと階調データに変換し、前記複屈折制御型液晶表示素子の各画素の第1の電極と第2の電極間に連続する2つのフレームで、色データに対応する電圧と階調データに対応する電圧とを交互に印加する駆動手段と、を備えることを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、フルカラー表示が可能な液晶表示装置に関し、特に、複屈折制御型の液晶表示素子を用いてフルカラー画像を表示する液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】カラー画像を表示できるカラー液晶表示素子としては、複屈折制御型、プレオクローック型、カラーフィルタ型等が知られている。この中で、複屈折制御( ECB: electrically controlled birefringence )型の液晶表示素子は、液晶に電界を印加することにより液晶の分子配列を変えさせて、液晶層の複屈折効果を変化させ、この複屈折効果の変化により一対の偏光板を透過する光のスペクトル分布を変えて、所望の色を表示させるものである。この複屈折制御型液晶表示素子は、印加電圧に対して表示色と階調(明るさ)が同時に変化するため、階調表示及び多色表示を行いにくいという問題がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】この問題を解決する方法として、複屈折制御型液晶表示素子と白黒TN液晶表示素子を2段重ねにして、液晶表示素子を構成する方法

が考えられる。即ち、複屈折の画素を通過した光（着色光）の強度を、白黒TN液晶表示素子により制御することにより、各色について、多階調表示を可能とすることが考えられる。この方法によれば、フルカラー表示の液晶表示素子が実現できる。しかし、このような液晶表示素子は、その構成が複雑になり、コストが2倍かかってしまうという問題があった。

【0004】この発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、簡単な構成でフルカラー表示が可能な液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の第1の観点にかかる液晶表示装置は、第1の電極が配置された第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置され、前記第1の基板に対向する面に第2の電極が配置された第2の基板と、前記第1と第2の基板間に配置された液晶と、前記第1の基板と第2の基板の少なくとも一方の外側に配置された偏光板とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極との対向部分とその間の液晶とで各画素を形成し、前記液晶に印加される所定範囲の第1の印加電圧に応じて複数の有彩色の1つを表示し、前記第1の印加電圧範囲とは異なる電圧範囲の第2の印加電圧に応じて無彩色を表示する複屈折制御型液晶表示素子と、各画素の色及び階調を指定する画像データを出力する画像データ出力手段と、前記画像データ出力手段から出力された画像データを色データと階調データに変換し、前記複屈折制御型液晶表示素子の隣接する2つの画素の一方の画素の第1の電極と第2の電極間に前記色データに対応する電圧を印加し、隣接する2つの画素の他方の画素の第1の電極と第2の電極間に前記階調データに対応する電圧を印加する駆動手段と、を備え、前記隣接する2つの画素の表示の視覚上の合成により前記画像データにより指示される色及び階調を表示することを特徴とする。

【0006】上記構成の液晶表示装置によれば、一方の画素では、液晶に第1の電圧が印加され、色が表示される。また、他方の画素では、液晶に第2の電圧が印加されて、階調の表示が行われる。一方の画素の表示と他方の画素の表示とが視覚上で合成され、カラー階調表示が行われる。

【0007】また、この発明の第2の観点にかかる液晶表示装置は、第1の電極が配置された第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置され、前記第1の基板に対向する面に第2の電極が配置された第2の基板と、前記第1の基板と第2の基板との間に配置された液晶と、前記第1の基板と第2の基板との少なくとも一方の外側に配置された偏光板とを有し、前記第1の電極と前記第2の電極との対向部分とその間の液晶とで各画素を形成し、前記液晶に印加される所定範囲の第1の印加電圧に応じて複数の有彩色の1つを表示し、前記第1の印加電

圧範囲とは異なる電圧範囲の第2の印加電圧に応じて無彩色を表示する複屈折制御型液晶表示素子と、各画素の色及び階調を指定する画像データを出力する画像データ出力手段と、前記画像データ出力手段から出力された画像データを色データと階調データに変換し、前記複屈折制御型液晶表示素子の各画素の第1の電極と第2の電極間に連続する2つのフレームで、色データに対応する電圧と階調データに対応する電圧とを交互に印加する駆動手段と、を備え、複数フレームでの各画素の表示色と表示階調の視覚上の合成により、カラー階調表示を行うことを特徴とする。

【0008】上記構成の液晶表示装置によれば、あるフレームでは、各画素の液晶に第1の電圧が印加されて色が表示される。また、他方のフレームでは、液晶に第2の電圧が印加されて、階調の表示が行われる。複数フレームの表示が視覚上で合成され、カラー階調表示が行われる。

【0009】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）以下、この発明の第1の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、この発明の第1の実施の形態にかかる液晶表示装置の構成を示すブロック図であり、図2は、複屈折制御型液晶表示素子の構成を示す断面図である。

【0010】図1に示すように、液晶表示装置は、複屈折制御型液晶表示素子1と、駆動回路2とから構成される。複屈折制御型液晶表示素子1は、図2に示すように、一対の透明基板11、12と、一対の透明基板11、12間に封止材SCにより封止された液晶13と、基板12の外側に配置された2枚の位相板21、22と、一対の透明基板11、12及び2枚の位相板21、22を挟んで配置された一対の偏光板23、24と、偏光板23の外側に配置された反射板25と、から構成される。

【0011】一対の透明基板11、12は、ガラス、透明樹脂等から構成される。下側の透明基板（TFT基板）11には、図1に示すように、TFT14と、画素電極15とが、マトリクス状に配置されている。

【0012】図1に示すように、各TFT14のゲート電極は、行方向に配置されたゲートラインGLに接続され、ドレイン電極は列方向に配置されたデータラインDLに接続され、ソース電極は各画素電極15に接続されている。

【0013】各ゲートラインGLは、端子部T1を介して、行ドライバ31に接続されている。各データラインDLは、端子部T2を介して列ドライバ32に接続されている。

【0014】各TFT14及び画素電極15の上には、全面に配向膜16が配置されている。配向膜16の表面には、図3（D）に示すように、基板11の下辺と平行

10

20

30

40

50

な水平方向Hに対して右下45°の方向16aに、ラビング等の配向処理が施されている。

【0015】一方、上側の透明基板（対向基板）12には、各画素電極15に対向する対向電極17が配置されている。対向電極17には、共通電圧（コモン電圧）が印加される。対向電極17の上には、全面に配向膜18が配置されている。配向膜18には、図3（D）に示す18aの方向（配向膜16の配向処理の方向16aに対して反時計方向に90°の方向）に、ラビング等の配向処理が施されている。

【0016】液晶13は、カイラル材が添加されたネマティック液晶から構成され、配向膜16、18に施された配向処理に従って、TFT基板11から対向基板12に向かって90°ツイストして配向している。

【0017】反射板25には、図3（F）に示す25aの方向に、ヘアライン処理が施されている。位相板21は、図3（C）に示すように、平面上で屈折率が最も大きい軸（延伸軸）21aが水平方向Hに対し113°で交差するように配置されている。位相板22は、図3（B）に示すように、平面上で屈折率が最も大きい軸（延伸軸）22aが水平方向Hに対し20°で交差するように配置されている。偏光板23の透過軸23aは、図3（E）に示すように、水平方向Hに対し90°で交差している。偏光板24の透過軸24aは、図3（A）に示すように、水平方向Hに対し72°で交差している。

【0018】一方、駆動回路2は、図1に示すように、CPU41と、プログラムメモリ42と、画像メモリ（表示メモリ）43と、表示制御回路44と、第1の変換テーブル45と、第2の変換テーブル46と、D/A（デジタルアナログ）変換器47Aと、D/A（デジタルアナログ）変換器47Bと、行ドライバ31と、列ドライバ32と、から構成される。

【0019】CPU41は、予め定められたプログラムに従ってシステム全体を制御する。プログラムメモリ42は、CPU41の動作プログラム、例えば、画像作成プログラムを記憶している。画像メモリ43は、CPU41の制御によりデジタル画像データが書き込まれる。表示制御回路44は、CPU41の制御下に画像メモリ43に記憶されたデジタル画像データを順次読み出し、RGB各2ビット（計6ビット）の色データDCと、3ビットの階調データDGとに分離し、色データDCを第1の変換テーブル45に供給し、階調データDGを第2の変換テーブル46に供給する。

【0020】第1の変換テーブル45は、6ビットの色データDCを4ビットのデジタル電圧データDc'に変換し、D/A（デジタルアナログ）変換器47Aに供給する。D/A変換器47Aは、デジタル電圧データDc'をアナログ色信号に変換し、列ドライバ32に供給する。第2の変換テーブル46は、3ビットの階調

データDGを5ビットのデジタル電圧データDg'に変換し、D/A変換器47Bに供給する。D/A変換器47Bは、デジタル電圧データDg'をアナログ階調信号に変換し、列ドライバ32に供給する。

【0021】列ドライバ32は、アナログ色信号とアナログ階調信号をそれぞれ1走査ライン順次サンプリングし、サンプリングしたアナログ色信号を奇数列のデータラインDLに供給し、アナログ階調信号を偶数列のデータラインDLに供給する。行ドライバ31は、CPU41の制御に従って、各ゲートラインGLにゲート信号（走査信号）を供給する。

【0022】このような構成の液晶表示装置において、複屈折制御型液晶表示素子1の一ドット（画像を表示するための最小ドット）は、図4に示すように、互いに隣接した2つの画素（第1画素と第2画素）とで構成される。

【0023】第1画素または第2画素の画素電極15と対向電極17との間に駆動電圧を印加すると、図5の印加電圧と反射率及び表示色の関係が得られる。印加電圧を上昇させていくと、それに伴って反射率は変化し、表示色も赤→緑→青→黒→白と変化する。図6は、この場合のCIE（x、y）色度図を示す。図6から判るように、各表示色の純度は優れたものである。

【0024】図5の特性において、ある一定の電圧値（2.4V）以下の範囲では色相が変化し、この電圧値を越える範囲では、無彩色で輝度のみが変化する。従って、2.4V以下の範囲の任意の電圧を第1画素に印加することにより、色の指定を行うことができる。また、2.4Vを越える範囲の任意の電圧を第2画素に印加することにより、階調の指定を行うことができる。各画素は、肉眼では識別できない程度に小さい。従って、第1画素と第2画素の表示は視覚上で合成されて階調の異なる色が認識され、カラー階調表示を行うことができる。

【0025】例えば、図7（A）に示すように、「明るい赤」を表示するには、第1画素に「赤」を表示させ、第2画素に「白」を表示させる。このように表示させることにより、「明るい赤」が表示できる。また、図7（B）に示すように、「少し明るい赤」を表示するには、第1画素に「赤」を表示させ、第2画素に「明るい灰」を表示させる。図7（C）に示すように、「少し暗い赤」を表示するには、第1画素に「赤」を表示させ、第2画素に「暗い灰」を表示させる。図7（D）に示すように、「暗い赤」を表示するには、第1画素に「赤」を表示させ、第2画素に「黒」を表示させる。

【0026】次に、第1画素と第2画素とが、それぞれ色の表示、階調の表示を行う動作を説明する。まず、図1に示す駆動回路2において、CPU41はプログラムメモリ42に記憶されたプログラムを処理し、画像メモリ43に表示したい画像を定義するデジタル画像データを適宜書き込む。CPU41により画像メモリ43に

書き込まれたデジタル画像データは、表示制御回路44により読み出される。表示制御回路44は、読み出したデジタル画像データのうち、RGB各2ビット（計6ビット）の色データDCを第1の変換テーブル45に、3ビットの階調データDGを第2の変換テーブル46に、それぞれ供給する。

【0027】第1の変換テーブル45は、6ビットの色データDCを、図8の変換テーブルに従って、4ビットのデジタル電圧データDC'に変換する。第2の変換テーブル46は、3ビットの階調データDGを、図9の変換テーブルに従って、5ビットのデジタル電圧データDG'に変換する。

【0028】例えば、図8の変換テーブルにおいて、「暗い青」を示す「000001」、「濃い青」を示す「000010」、「薄い青」を示す「000011」のそれぞれのデータは、「1001」のデジタル電圧データに変換される。また、図9の変換テーブルにおいて、「暗い階調」を示す「000」のデータは、「01101」のデジタル電圧データに、「明るい階調」を示す「111」のデータは、「10100」のデジタル電圧データに、それぞれ変換される。

【0029】第1の変換テーブル45は、変換した4ビットのデジタル電圧データDC'をD/A変換器47Aに供給する。D/A変換器47Aは、このデジタル電圧データDC'をアナログ色信号に変換し、列ドライバ32に供給する。また、第2の変換テーブル46は、5ビットのデジタル電圧データDG'をD/A変換器47Bに供給する。D/A変換器47Bは、このデジタル電圧データDG'をアナログ階調信号に変換し、列ドライバ32に供給する。

【0030】列ドライバ32は、アナログ色信号とアナログ階調信号をそれぞれ1走査ライン順次サンプリングし、サンプリングしたアナログ色信号に応じた電圧を奇数列のデータラインDLに供給し、アナログ階調信号に応じた電圧を偶数列のデータラインDLに供給する。行ドライバ31から走査信号（ゲート信号）が供給されるタイミングでTFT14がオンし、データラインDLに印加されたアナログ色信号とアナログ階調信号に応じた電圧がそれぞれ奇数列及び偶数列の画素電極に印加される。即ち、第1画素と第2画素にそれぞれ印加される。

【0031】印加された電圧に応じて、第1画素は対応する色を表示し、第2画素は無彩色の階調を表示する。隣接するこれらの第1画素と第2画素の表示とは、観者の視覚上で合成され、階調を有するカラー画像を認識される。

【0032】（第2の実施の形態）第1の実施の形態においては、列ドライバ32で第1画素と第2画素とをそれぞれ駆動したが、第1画素と第2画素とを別々のドライバで駆動してもよい。図10に、この構成の複屈折制御型液晶表示装置の構成を示す。

【0033】奇数列のデータラインDLには、端子部T2を介してデジタルドライバ33が接続されている。デジタルドライバ33には、第1の変換テーブル45が接続され、デジタル電圧データDC'が供給される。一方、偶数列のデータラインDLには、端子部T3を介してアナログドライバ34が接続されている。アナログドライバ34には、D/A変換器47が接続され、アナログ階調信号が供給される。

【0034】デジタルドライバ33は、1走査ライン分のデジタル電圧データDC'をサンプリングし、内部に構成されたD/A変換器によりアナログ色信号に変換して、そのアナログ色信号に応じた電圧を奇数列のデータラインDLに供給する。アナログドライバ34は、1走査ライン分のアナログ階調信号をサンプリングし、サンプリングしたアナログ階調信号に応じた電圧を偶数列のデータラインDLに供給する。

【0035】行ドライバ31から走査信号が供給されるとTFT14がオンし、このオンしたTFT14を介してアナログ色信号とアナログ階調信号に応じた電圧がそれぞれ対応する第1画素及び第2画素に印加される。印加された電圧に応じて、第1画素は対応する色を表示し、第2画素は無彩色の階調を表示する。

【0036】第1画素と第2画素の表示は、観者の視覚上で合成され、階調を有するカラー画像が認識される。

【0037】上記構成において、デジタルドライバ33は、アナログ色信号に応じた電圧だけをデータラインDLに供給する。従って、デジタルドライバ33の電源電圧を色を表示するための最大電圧（3.75V）程度に抑えることができ、消費電力を少なく抑えることができる。また、デジタルドライバ33に供給されるデータDC'は、デジタル信号であり、アナログ信号の場合の信号なまりによる指示色のぼらつきは発生しない。従って、設定通りの色を第1画素に表示することができ、色ムラを防止することができる。

【0038】この発明は、上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。例えば、上記実施の形態においては、1ドットを2つの画素で構成したが、2つに限らず、3つ以上の複数の画素で構成してもよい。例えば、色を表示する1つの画素と、階調を表示する複数の画素により1ドットを構成するようにしてもよい。また、色を表示する複数の画素と階調を表示する1つの画素、または、色を表示する複数の画素と階調を表示する複数の画素とにより1ドットを構成してもよい。

【0039】上記実施の形態においては、第1画素で色の表示を、第2画素で階調の表示をそれぞれ行うように構成したが、第1画素と第2画素とに別々の表示を行わせるのではなく、連続した2つのフレームで、色の表示と階調の表示をそれぞれ行わせるように構成してもよい。

【0040】この場合の回路構成は実質的に図1の構成と同一である。この場合、例えば、奇数フレームでは、第1の変換テーブル45、D/A変換器47Aが動作し、列ドライバ32はD/A変換器47Aからのアナログ階調信号を順次サンプリングし、且つ、対応するサンプルデータに応じた電圧を全てのデータラインDLに供給する。また、偶数フレームでは、第2の変換テーブル46、D/A変換器47Bが動作し、列ドライバ32はD/A変換器47Aからのアナログ階調信号を順次サンプリングし、且つ、対応するサンプルデータに応じた電圧を全てのデータラインDLに供給する。

【0041】このような構成とすることにより、奇数フレームで表示された有彩色の画像と偶数フレームで表示された無彩色の階調画像とが観者の視覚上で合成され、カラー階調画像が認識される。

【0042】また、同様の構成を図10に示す回路構成により実現することも可能である。但し、この場合、デジタルドライバ33とアナログドライバ34はそれぞれ全てのデータラインDLに接続される。従って、デジタルドライバ33の出力端とアナログドライバ34の出力端はデータラインDLを介して接続される。奇数フレームでは、第1の変換テーブル45とデジタルドライバ33が動作し、階調信号に応じた電圧を対応する全てのデータラインDLに供給する。この際、アナログドライバ34の出力端はオープン状態に設定する。また、偶数フレームでは、第2の変換テーブル46、D/A変換器47が動作し、アナログ階調信号に応じた電圧を対応する全てのデータラインDLに供給する。この際、デジタルドライバ33の出力端はオープン状態に設定する。

【0043】このような構成によっても、奇数フレームで表示された有彩色の画像と偶数フレームで表示された無彩色の階調画像とが観者の視覚上で合成され、カラー階調画像が認識される。

【0044】なお、複数フレームの表示画像の合成により任意の画像を表示する場合には、フリッカ等を防止するため、実効フレーム周波数を30Hz以上に設定することが望ましい。

【0045】液晶表示素子1の各ドットで表示される色は、3原色に限定されない。図5に示す色度図上で表示可能な任意の色と無彩色階調表示を組み合わせ、任意の色の階調表示を実現することができる。

【0046】上記実施の形態においては、TFTをアクティブ素子とする複屈折制御型液晶表示素子にこの発明を適用したが、この発明は、MIMをアクティブ素子とする複屈折制御型液晶表示素子にも適用可能である。また、アクティブ素子を使用しない、パッシブマトリクス型の複屈折制御型液晶表示素子にも、適用可能である。

【0047】また、上記実施の形態において、偏光板23、24の透過軸及び位相板21、22の延伸軸の配置は、適宜変更してもよい。また、偏光板23、24、及び位相板21、22は、適宜省略してもよい。また、上記実施の形態では、反射型の複屈折制御型液晶表示素子にこの発明を適用したが、この発明は、透過型の複屈折制御型液晶表示素子にも適用可能である。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、簡単な構成でフルカラー表示が可能な液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態にかかる液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施の形態にかかる複屈折制御型液晶表示素子の構成を示す断面図である。

【図3】(A)は、上偏光板の透過軸の方向を示す図である。(B)は、上位相板の延伸軸の方向を示す図である。(C)は、下位相板の延伸軸の方向を示す図である。(D)は、配向膜の配向処理方向を示す図である。

(E)は、下偏光板の透過軸の方向を示す図である。

(F)は、反射板のへアラインの方向を示す図である。

【図4】複屈折制御型液晶表示素子の1ドットの構成を示す図である。

【図5】印加電圧と反射率及び表示色の関係を示す図である。

【図6】複屈折制御型液晶表示素子の表示色の色度図である。

【図7】1ドット分の表示色及び表示階調の例を示す図である。

【図8】第1の変換テーブルの例を示す図である。

【図9】第2の変換テーブルの例を示す図である。

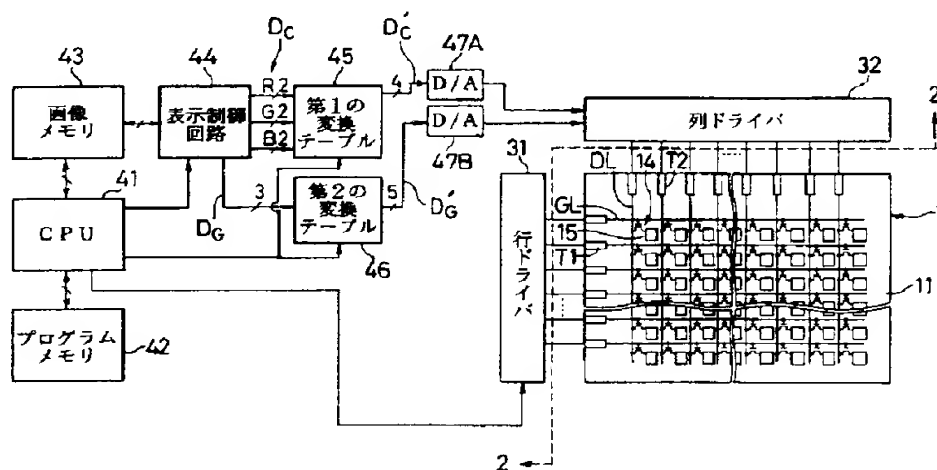
【図10】この発明の第2の実施の形態にかかる液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

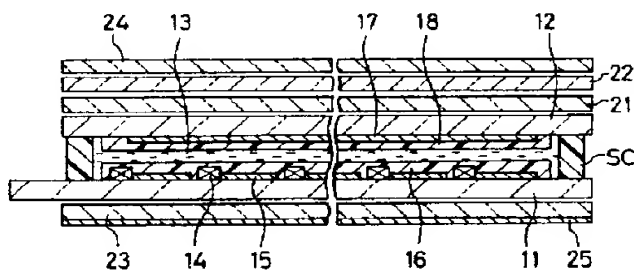
1…複屈折制御型液晶表示素子、2…駆動回路、11…TFT基板、12…対向基板、13…液晶、14…TFT、15…画素電極、16…配向膜、17…対向電極、18…配向膜、21…位相板、22…位相板、23…偏光板、24…偏光板、25…反射板、31…行ドライバ、32…列ドライバ、33…デジタルドライバ、34…アナログドライバ、41…CPU、42…プログラムメモリ、43…画像メモリ、44…表示制御回路、45…第1の変換テーブル、46…第2の変換テーブル、47、47A、47B…D/A変換器、DC…色データ、DG…階調データ、GL…ゲートライン、DL…データライン、T1・T2・T3…端子部、SC…シール材



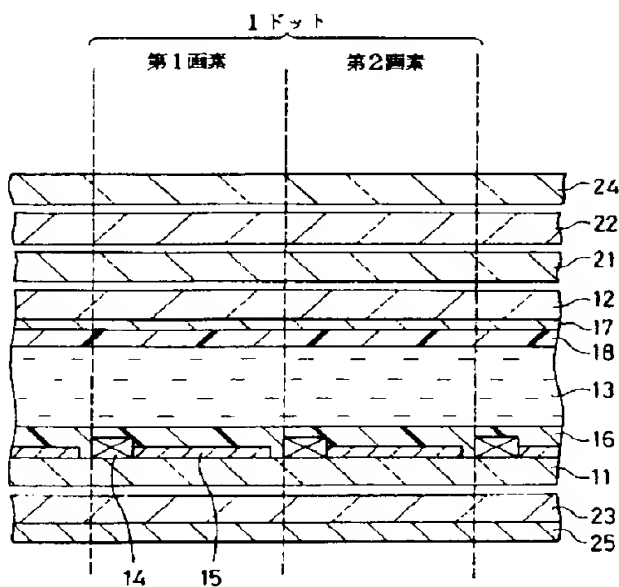
【図1】



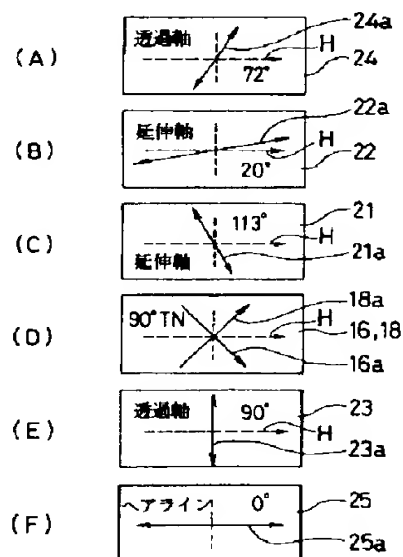
【図2】



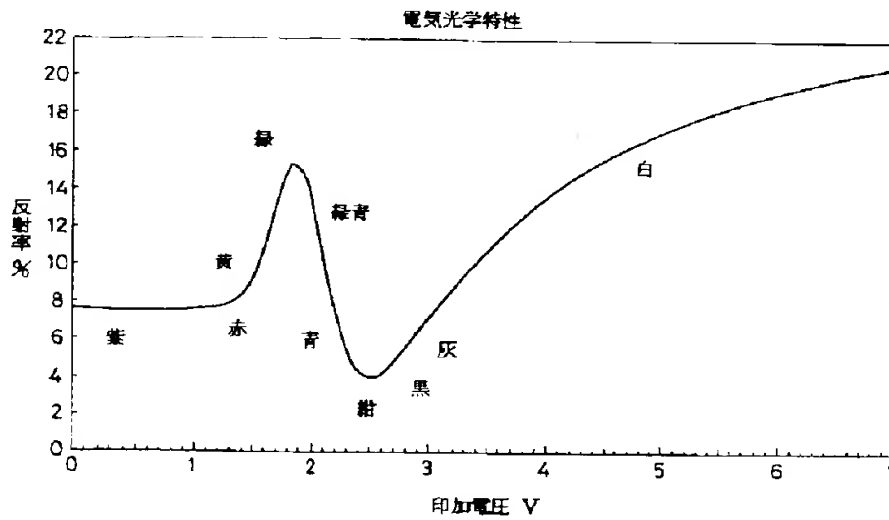
【図4】



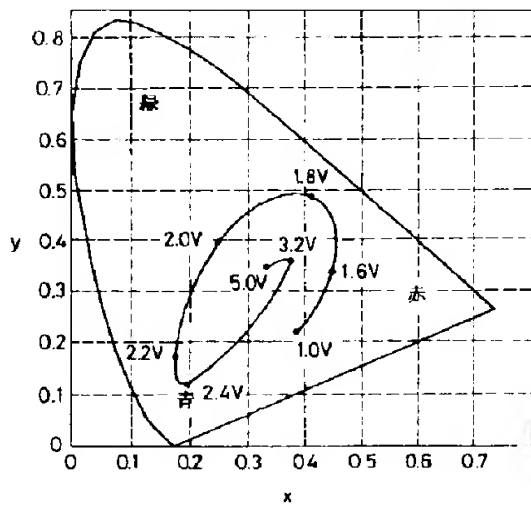
【図3】



【図5】

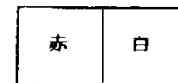


【図6】



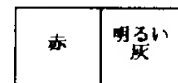
【図7】

(A)



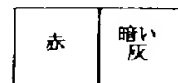
明るい赤

(B)



少し明るい赤

(C)



少し暗い赤

(D)



暗い赤

第1画素      第2画素

1ドット

【図8】

R1	R2	G1	G2	B1	B2	デジタル電圧データ
0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	1	0	1 0 0 1
0	0	0	0	1	1	
1	1	1	1	1	1	1 1 1 1

【図9】

階調データ	デジタル電圧データ
0 0 0	0 1 1 0 1
0 0 1	0 1 1 1 0
0 1 0	0 1 1 1 1
1 1 1	1 0 1 0 0

【図10】

